

LES ECHANGES MEMBRANAIRES

la ϕ limite par $\rightarrow$ limite ϕ non parfaitement étanche $\rightarrow$ permet les échanges ϕ milieu ext ϕ .

ϕ milieu thermodynamiquement ouvert échange matière & énergie.

Echanges métaboliques...

les processus d'échanges sont $\approx$ échanges entre organelles et cytoplasme. ($\rightarrow$ $\rightarrow$).

I Rappel sur la structure membranaire.

Double couche de phospholipides $\rightarrow$ glycérol phospholipides 53%
glycolipides 18%
cholestérol 25% $\rightarrow$ ancholes.
acides gras libres 4%.

π intégrés Transmembranaux
 $\frac{1}{2}$ $\rightarrow$.

Celles qui font saillie ext ϕ ext ϕ $\rightarrow$ glycosyl résidus glucidiques.

π périphériques : placés entre les $\rightarrow$ (chaîne cholestérol)
ne sont pas enchevêtrés du double lipides.

π $\rightarrow$ structure hélices $\times$ $\rightarrow$ passage hydrophile au centre.

As les organelles on ne trouve pas de glycosyl π et glycolipides (cell coat.).

les structures sont doubles $\rightarrow$ membrane d'échange identiques pour la
milieu intracellulaire et cytoplasme (organelles).

II les différentes approches des mécanismes d'échanges.

Approche thermodynamique, puis cinétique.

A) Notion thermodynamique d'échanges.

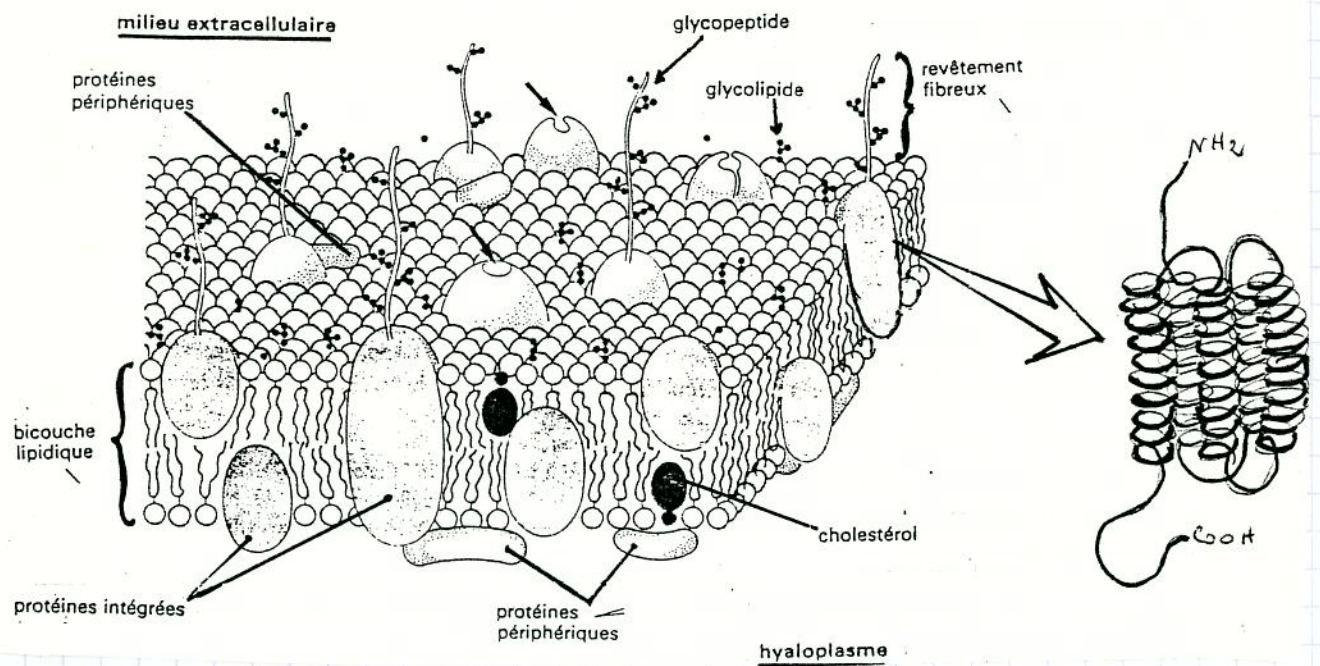
Approche purement physique qui permet de cerner les 4 physiques responsables des échanges $\rightarrow$ permet faire ϕ échanges passifs $\neq$ actifs.

Forces physiques. Forces biologiques.

Echanges
Membranaux

24 pages

Architecture moléculaire de la membrane plasmique.



1) les forces physiques régissant les échanges.

a) le potentiel chimique des solutés.

chaque soluté possède un μ_p = potentiel chimique = μ en J.mol⁻¹

$$\mu = \mu_0 + RT \ln [C]$$

concentrations molaires.

[C] concentration en soluté.

s'il est chargé (le soluté)

$$\mu = \mu_0 + RT \ln [C] + ZFE$$

concentrations électriques pour les électrolytes (soluté chargé).

Z = valence de charge de l'ion.

F = Faraday.

E = potentiel électrique en volt.



limité par les propriétés de la $\rightarrow$ (Temp, grosses molécules $\rightarrow$ / unent, as).

b) Cas de l'eau : le potentiel hydrique.

$$\Psi = \Psi_0 + \Psi_p + \Psi_m$$

Potentiel hydrique Potentiel osmotique Potentiel lié à la pression φ Potentiel matriciel lié aux liaisons hydrogène (négligeable).

Potentiel osmotique = -(Pression osmotique)

Ex glucose de l'eau

1° osmomètre eau $\nearrow$

= diminution du potentiel osmotique de la solution de de l'eau.

Proportionnellement il y a moins d'eau. Potentiel osmo $\searrow$

A partir de ces notions physiques on a élaboré la

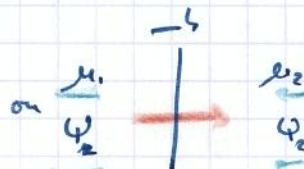
2) Classification thermodynamique des échanges.

Echanges passifs - échanges actifs.

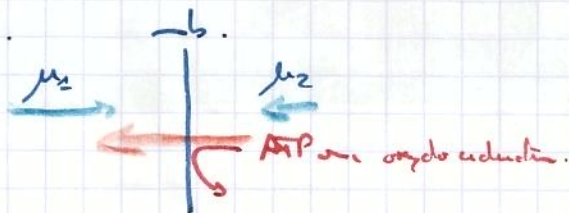
a) les échanges passifs.

On ne tient compte que des états initiaux et finaux.

les échanges se font à travers la $\rightarrow$ les compartiments qui a le plus fort potentiel chimique ou hydrique vers celui qui a le plus faible potentiel chimique ou hydrique.



b) Échange actif.



Échange inverse de ceux que leur valent
pouvoir les résultats physiques. $\Rightarrow$ énergie
cellulaire ATP ou réactions d'oxydo réduction.

Nécessité d'une source d'énergie.

B) Notion d'isomorphisme de Nichol 61

voir note 78.

Ne prend pas en compte le bilan énergétique de chaque des étapes isolées de la γ .

1) les transports primaires.

Ceux qui utilisent directement une source énergétique cellulaire produite par une
réaction chimique (ex hydrolyse ATP ou oxydo réduction)

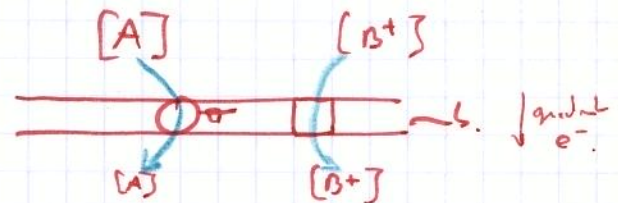
correspond au transport actif.

2) les transports secondaires.

Ceux qui ne font pas intervenir de réaction chimique avec rupture de liaison.

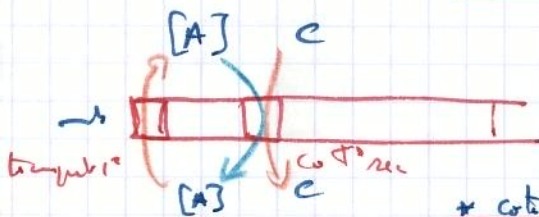
(pas hydrolyse ATP ou O.R.O.).

a) les transports unipolaires.

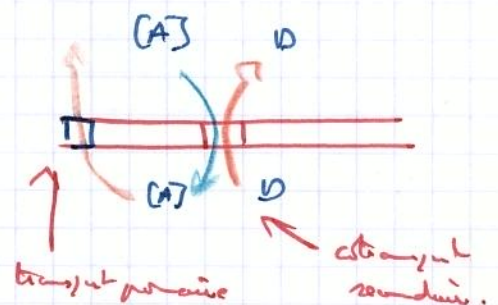


b) les cotransports.

* Cotransport symport.



* cotransport antiport.



Pb de l'équilibre [A] ne fonctionnent plus.

Nécessité de référence pour A

On les ϕ animaux $A = Na^+$ pour à sodium.

On les ϕ végétales $A = H^+$ pour à proton.

Pourquoi différenciation actif / primaire passif / secondaire.

En fait vrai si on isole mais $\Rightarrow$ si énergie n'est pas directement utilisée, dépendant
de l'existence d'autres réactions.

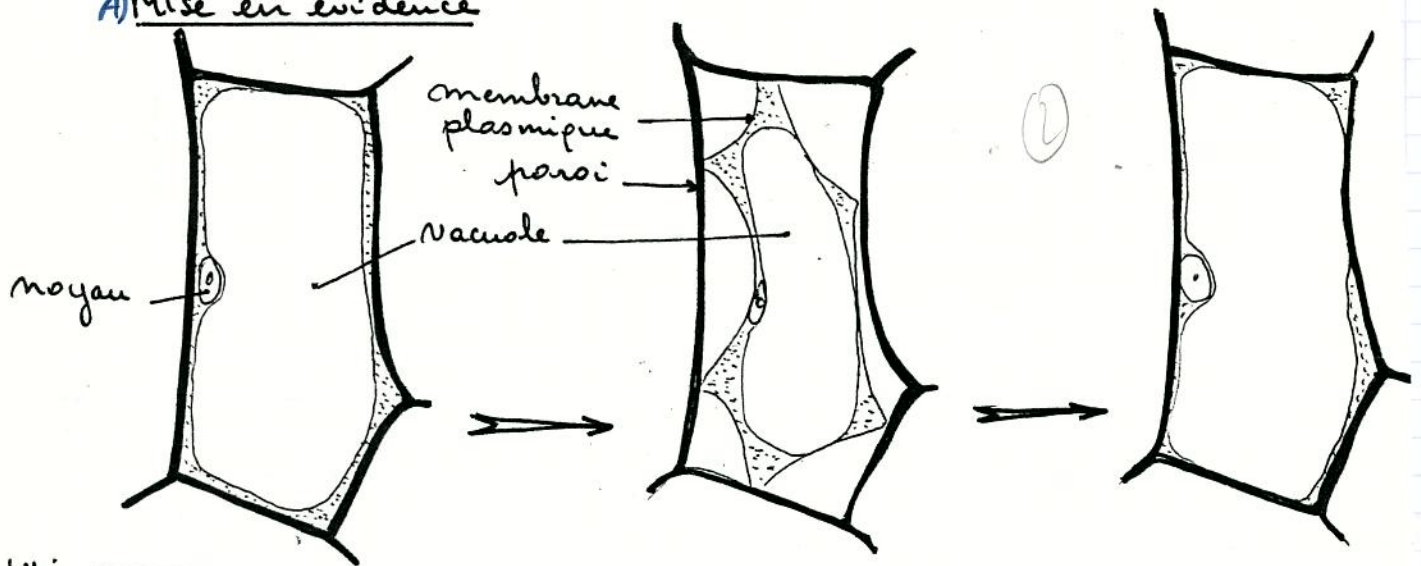
Si isolé = passif. Ensemble de la $\Rightarrow$ il y a des dépendances. Reçoit une énergie

Tous les transports peuvent être qualifiés d'actifs: Ils ont un dépense d'E.

III les échanges d'eau

ECHANGES D'EAU

A) Mise en évidence



Conditions
Observation

Eau pure.
Cellule turgescence.

Sol Saccharose 40%.
Cellule plasmolysée.

Eau pure.
Cellule turgescence.

Etat de la
cellule

Phénomène
observé.

Sortie d'eau de la vacuole.
Cellule plasmolysée.

Retour d'eau de la vacuole.
Cellule de plasmolyse.

Interprétations

Interprétation osmotique

$P_o \text{ ext} < P_o \text{ int.}$
vacuole hypert / ext hypert

Equilibre.
 $P_o \text{ ext} = P_o \text{ int.}$
Isotonie des milieux.

Auch.
 $P_o \text{ vacuole} > P_o \text{ ext.}$
Pression sur la paroi.
Pression osmotique équilibre
par la pression osmotique de
turgescence.

4 entr
Observations.

Sortie d'eau de la vacuole.
 $\rightarrow \uparrow []$
 $\rightarrow \uparrow P_o$

Entrée d'eau de la vacuole.
 $P_o \text{ vacuole} \rightarrow$

Interprétation par potentiel osmotique de l'eau

Potentiel hydrique = 0 purif.

$$\psi_s = -P_o = -\psi_p$$

$$\psi = \psi_s + \psi_p = 0$$

$$\psi_o \text{ vacuole} = \psi_o \text{ ext.}$$

$$\psi = 0$$

ψ_o compensé par la pression
de turgescence

Perte d'eau.

$$\psi_o \rightarrow$$

Entrée d'eau

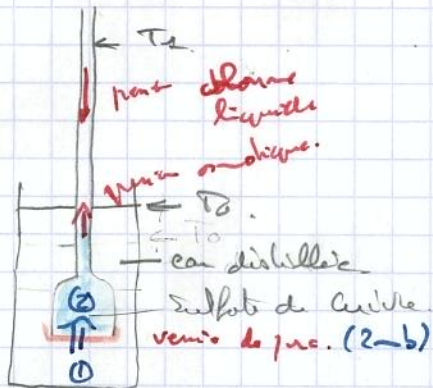
$$\rightarrow \psi_o \text{ vacuole.}$$

A) Pièce en évidence.

Observation sur 9 végétals.

B) Les forces qui expliquent les -ob de l'eau.

1) Observation de Dutrochet.



Striveau → 1 volume

→ passage eau (1) → (2)

Si l'eau passe de 1 vers 2 :

osmotic.

2) Interprétation.

Interprétation par l'osmotic

l'eau va du milieu le moins
concentré (hypotonique) vers le milieu

le plus concentré **hypertonique**

La solution semble développer une force
de ~~pression~~ appelée **pression osmotique**.

Restent donc deux valeurs
pression osmotique.

Valeur P_0

$$\pi = RT \left[\frac{C}{M} \right] i \rightarrow []$$

i = nbr d'ion. cell de dissociation

$$1 \text{ atm} = 1013 \cdot 10^5 \text{ Pascal.}$$

π eau pure = 0.

$$\pi \text{ 1M glucose} = 22,4 \text{ atm.}$$

Interprétation par potentiel osmotique

l'eau va du milieu où elle est de + [] vers
le milieu où elle est de - []

va du milieu à fort potentiel osmotique vers
le milieu à faible potentiel osmotique.

l'eau est poussée par le potentiel osmotique.

Valeur ψ_0

$$\psi_0 = -P_0$$

C) Interprétation des observations dans q végétale.

③

lorsqu'on veut passer - et d'eau, le premier critère est insuffisant comme paramètre il faut tenir compte de la présence de turgescence. La résultante entre les deux permet de connaître les mouvements d'eau.

Comment l'eau

1) Comment l'eau peut-elle traverser la membrane.

Rs: double couche phospholipide: cœur hydrophobe ne laisse pas passer d'eau. Puisque l'eau passe il faut qu'il y ait des pores. On les a recherchés au microscope électronique: pas d'existence matérielle.

Autre type modèle moléculaire $\rightarrow$ affines $\rightarrow$ protéiques

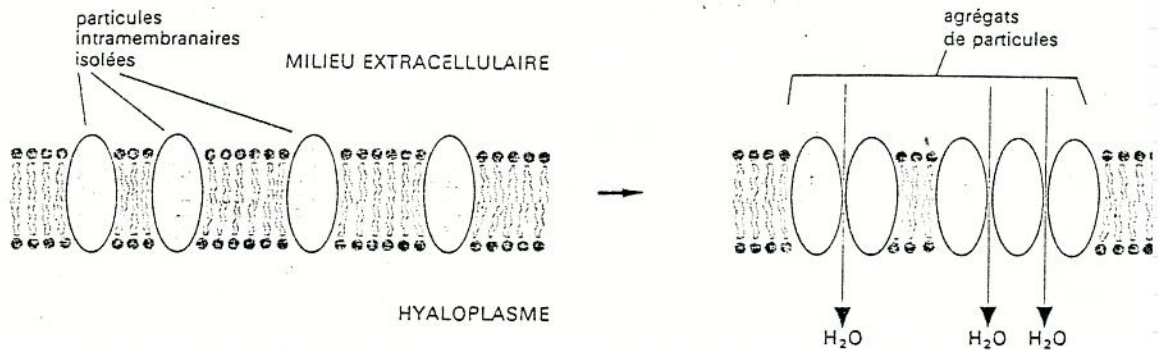
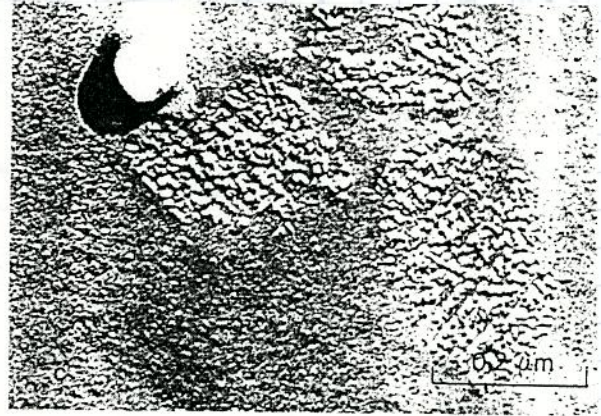
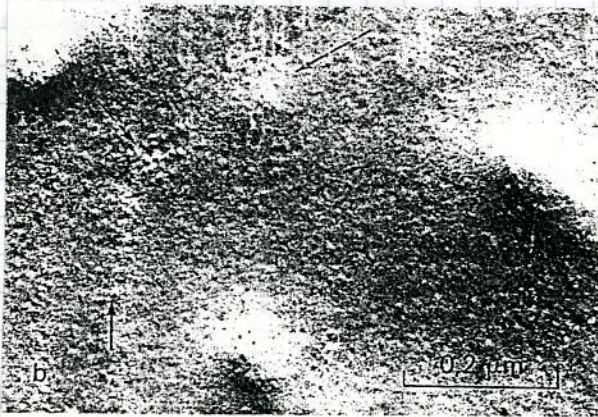
Ces protéines sont constituées de segments hélico et ou feuillet β repliés qui peuvent délimiter un cœur hydrophobe au travers duquel les molécules d'eau peuvent passer.

Expérience sur la vessie de batraciens.

4 de reabsorption de l'eau de la vessie contrôlée par l'hormone ADH

anti diurétique humaine $\rightarrow$ b diuèse (diminution des urines).

Regroupant les sub. Permet meilleur reabsorption d'eau. Comme le diuèse.



Perméabilité à l'eau de la vessie urinaire d'amphibien.

b et c) L'examen de répliques montre que la membrane plasmique apicale des cellules dans la vessie de grenouille, renferme des particules intramembranaires. Sur la face protoplasmique ces particules sont dispersées et rares (flèches) quand le flux net d'eau est faible (b); elles sont groupées en agrégats quand le flux est élevé à la suite d'une stimulation par l'hormone antidiurétique (c); $\times 100\ 000$ (micrographies électroniques J. Bourguet et coll., 1976).

d) On interprète ces observations en supposant que le rassemblement des particules en agrégats réalise des pores à travers lesquels l'eau peut passer du milieu extracellulaire dans le hyaloplasme.

Il n'existe pas d'interruption de la $\rightarrow$.

Il n'existe pas d'échange actif au sens thermodynamique d'eau:

Il se passe à eau.

Les motifs d'eau sont typés des sub de substances électrolytiques ou non.

IV Perméabilité passive aux substances non électrolytiques.

Électrolytes: non dangereux.

A) Perméabilité aux substances liposolubles.

avant 1902. Les substances liposolubles pénètrent très facilement dans les ϕ (chloroforme...). Il a été déduit que la MB devait avoir une structure lipidique.

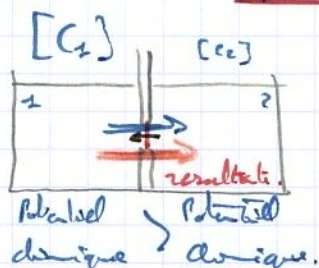
Substances liposolubles: Hormones stéroïdes et sexuelles.
+ produits de la digestion.

B) Perméabilité aux substances hydrosolubles.

Plusieurs modalités.

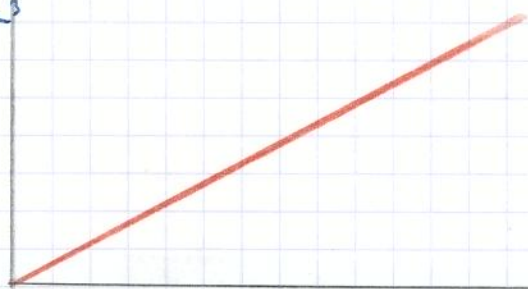
1) Par diffusion simple.

a) Description du phénomène.



La diffusion se fait du milieu le + $[C]$ vers le milieu le - $[C]$ et s'arrête à l'égalité des $[C]$.

Flux
mol/l/s



$$\Delta[C] = [C_1] - [C_2]$$

Le perméabilité est en fait l' EC de la ϕ

et de la raie: perméabilité à l'égard des mol absorbant.

b) Application pratique.

En les ϕ de dialyse (dialyse rénale). On relève le sang de une artère, on le fait circuler dans une capillaire qui baigne dans un liquide physiologique. Le sang est perméable aux petites molécules. Glucose ne doit pas quitter le sang:

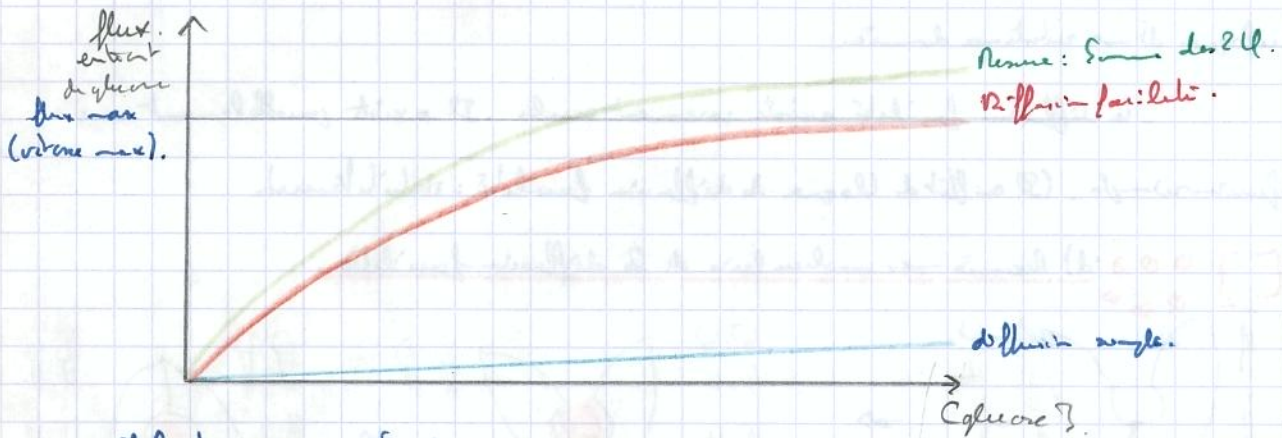
On ajoute glucose du sang dialysé à $[C] \equiv$.

2) Par diffusion latérale

on obtient une arête de f .

a) Observation.

Q. R. Inactivation du glucose de la hémoglobine.



Il faut au moins d'autres personnes.

b) Interpretation:

Saturation de sites de parage par le méthanol.

Rappelles cinétique de E nikadine. $\rightarrow V_{max}$

→ le glucose doit passer par l'intermédiaire de molécules particulières.

→ Quand tous ces sites sont sollicités il n'y a plus possible d'y le flux entrant, il y a saturation des sites d'entrée.

Diffusion qui se fait par l'intermédiaire de molécules — b. c'est qd $\approx 10^{-4}$ cm/s.
unif: — utilise par le l'os & — pas des transporteurs — b.

Caractéristiques de la diffusion familiale.

Famillets on utilise un transporteur $\rightarrow$ et que le flux de diffusion soit $>$ au flux des de con de diffusion seule.

- Se fait toujours du sens du gradient de $[]$. du $+$ $[]$ vers le $- []$.
- C'est un 4^{e} param. utilisation de 2^{e} degré du potentiel électrique.
- on observe tjs un phénomène de saturation: flux max qui est variable d'une molécule à une autre.

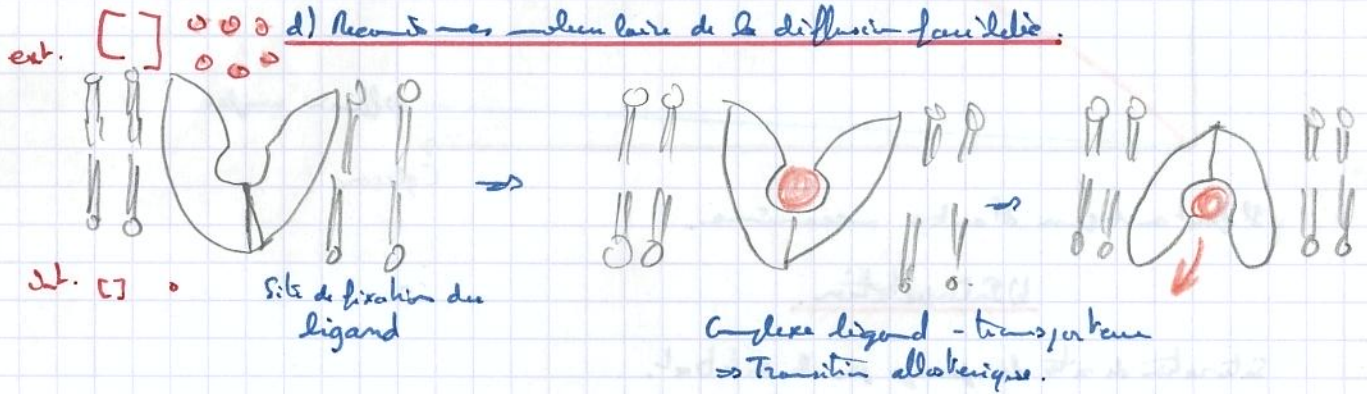
- Conclique identique à anelone polycyclique $\rightarrow$ utilisation d'un double $\rightarrow$ avec lequel le substitut va se lier transitoirement.

- la membrane est très spécifique.

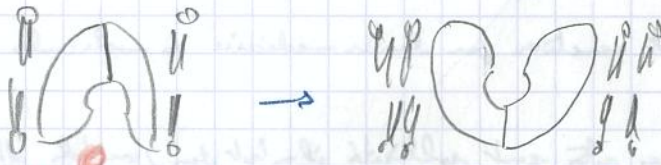
Le D glucose entre alors que le L glucose ne peut pas entrer d'où l'existence du transporteur
→ est très spécifique → c'est une TS

- Pour chaque substance il existe des inhibiteurs spécifiques → transporteurs très spécifiques d'une substance donnée.

- la diffusion facilitée existe rarement seule. Il existe parallèlement une diffusion simple. (Il suffit de bloquer la diffusion facilitée : inhibiteur).



or comme le [] int est faible le ligand a tendance à se détacher



Libération ligand.

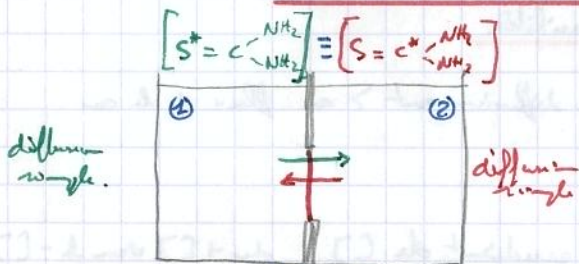
Nouvelle transition allostérique.

→ départ du ligand.

→ transition "spontanée" → agitation moléculaire.

Ce transporteur peut être de la classe. Si on ajoute des glucose de la glycémie rouge la diffusion facilitée est inversée.

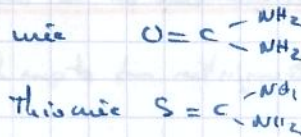
3) Par entraînement par le solvant.

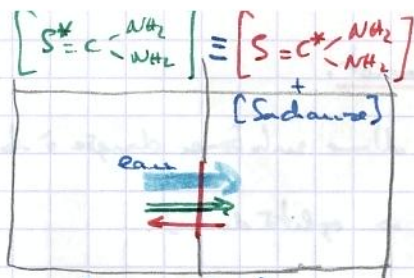


Flux net = 0
[] ≡ [] (les [] restent identiques).

$P_{os} = P_{os} \cdot \frac{1}{2}$

Flux net eau = 0.





$P_{0,1} < P_{0,2}$
Flux net eau $1 \rightarrow 2$.

Flux net de matière de 1 vers 2 alors que les [] sont identiques au départ.

On voit en évidence un phénomène d'entraînement par le solvant.

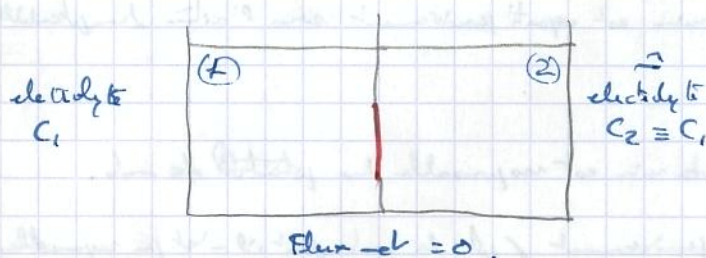
L'eau en passant de 1 vers 2 entraîne des substances solubles bien que les [] au départ soient égales. (Au niveau du vent).
Exemple: 180 l.

V Perméabilité membranaire aux électrolytes.

A) Caractéristiques particulières aux électrolytes.

Ils ont porteurs de charges. On doit étudier des échanges : $\neq$ de [] et $\neq$ de potentiel de part et d'autre de la mb $\Rightarrow$ action sur ces particules chargées.

1) Répartition des ions sous l'action d'une différence de potentiel d'eq.



à l'équilibre, [] $\neq$ de part et d'autre.

À l'eq, Pot de 1 = Potentiel de 2.
 $\mu_1 = \mu_2$

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 &= \mu_0 + RT \ln [C_1] + ZFE_1 \\ \mu_2 &= \mu_0 + RT \ln [C_2] + ZFE_2 \end{aligned} \right\} \text{à l'eq } \mu_1 = \mu_2$$

$$E_1 - E_2 = \frac{RT}{ZF} \ln \frac{C_2}{C_1} = \text{potentiel de mb.}$$

Si $Z=1$ $T=17^\circ\text{C}$

$$E_m = 0,0059 \log \frac{C_2}{C_1}$$

Relation de Nernst.

2) Signification de la relation de Nernst.

A l'équilibre on peut avoir égalité de C d'une solution donnée à la condition qu'il existe un potentiel de $-b$. S'il est nul $\Rightarrow$ égalité de C .

B) Etude d'un exemple.

Répartition des ions dans l'axone.

1) Les faits : la répartition.

	$-b$		$[C_{ext}]/[C_{int}]$
	ext	int	
Na^+	145	12	12,1
K^+	4	155	0,026
Cl^-	120	3,8	31,6
	$\oplus$	$-90mV$	$\ominus$

2) La répartition de ces ions est-elle passive.

S'ils sont répartis ~~passivement~~ ^{passivement} ils doivent chaque fois vérifier l'équation de Nernst.

$$E_m = 0,058 \log \left(\frac{C_2}{C_1} \right)$$

$$Na^+ \text{ potentiel eq} = 0,058 \log 12,1 \approx +62 mV$$

Puis le Na^+ n'est pas réparti passivement.

$$\text{Potentiel eq } K^+ \approx -92 mV.$$

- Le potassium est réparti passivement avec l'aide de la perméabilité

de $-b$ crée par autre chose

- ou le potassium est responsable du potentiel de $-b$.

$$\text{Potentiel eq } Cl^- = -87 mV.$$

$\rightarrow$ réparti passivement / est de $-b$ dont il n'est pas responsable.

$\rightarrow$ soit il est responsable du potentiel de $-b$.

Conclure : 2 hypothèses si on s'approche de l'eq de Nernst $\rightarrow$ complexité de la α .

VI) Echanges actifs à travers une $-b$.

A) Pourquoi la répartition des ions ne se fait pas passivement de part et d'autre de la $-b$.

$Na^+ K^+$

1) Hypothèse de l'imperméabilité $-b$ à ces ions.

En particulier pour le Na^+ . Hypothèse réfutée en utilisant des Na^+*

Si on injecte axone du sodium $*$ $\rightarrow$ radicalité à l'intérieur de l'axone. Si on injecte du Na^+* à l'ext on retrouve $*$ à l'int.

La $-b$ est perméable aux ions.

Toutefois Na⁺ est difficile à diffuser. La conductance de la mb par rapport au sodium est faible. $Conductance = \frac{1}{résistance}$.

La conductance au potassium est meilleure.

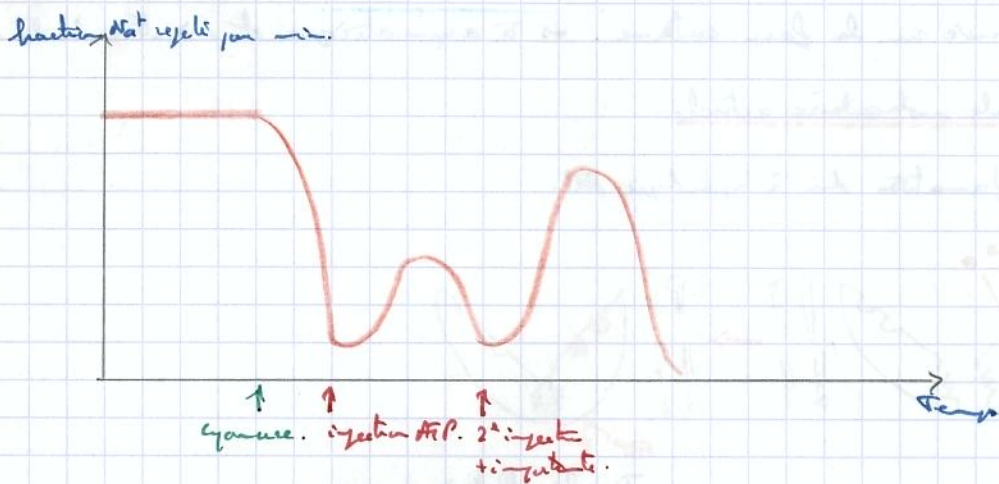
2) Hypothèse d'un mécanisme actif.

Arguments : l'intégrité cellulaire est nécessaire.

Pot de la q → est d'un côté à l'équilibre.

L'inégale répartition des ions nécessite un bon flux de la chaîne respiratoire.

Si on la bloque par du cyanure ou bloque P^o ATP → les [] sont modifiés vers un équilibre électrique. → l'inégale répartition nécessite de l'ATP.



Montre que la q rejette du Na⁺.

Ce rejet nécessite de l'ATP

Conclusion. Les ions peuvent diffuser librement à travers la mb. (Na⁺ peut entrer, K⁺ peut sortir) — alors cela ne s'explique pas si l'éq physique prévu car $\neq 0$ → permettant le rejet du Na⁺ qui est entré, la réabsorption des K⁺ sortis → nécessite ATP → concept de pompe à Sodium et potassium. Nécessite 5 au contraire de Na⁺, ainsi, les forces physiques qui s'appliquent sur ces ions.

B) Mécanismes moléculaires du rejet Na⁺ et de la réabsorption K⁺

1) Caractéristiques de ces transports.

Sur footage d'heures. (mais vidéos).

Il y a un couplage des transports Na⁺ et K⁺. → 3 Na⁺ rejetés pour 2 K⁺ entrés.

Si on supprime le K⁺ ext, on constate que le rept du Na⁺ est fortement perturbé.

les substances qui inhibent la sortie du Na^+ inhibent aussi la sortie du K^+

→ Idée d'un couplage entre Na^+ et K^+ et K^+ .

Intervention d'une ATPase.

d'aussi qu'il y a de Na^+ et K^+ une ATPase qui n'était K^+ qu'en l'absence de Na^+ et de K^+ et capable d'hydrolyse de 2 ATP. On a pensé à un transporteur responsable du transport Na^+ et K^+

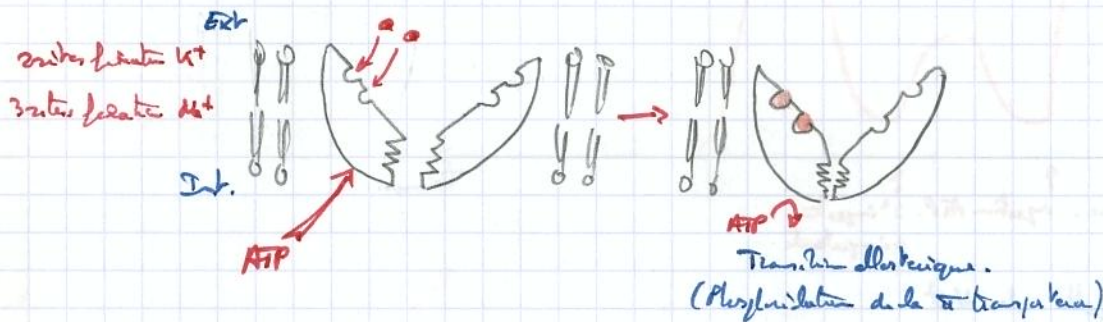
ATPase $\text{Na}^+ \text{K}^+$ dépendante

Cette ATPase est polarisée

le site de fixation du Na^+ se retrouve que sur la face interne alors que celui du K^+ se trouve sur la face externe. → ATPase asymétrique d'orientation de la ATPase .

2) Modèle moléculaire actuel.

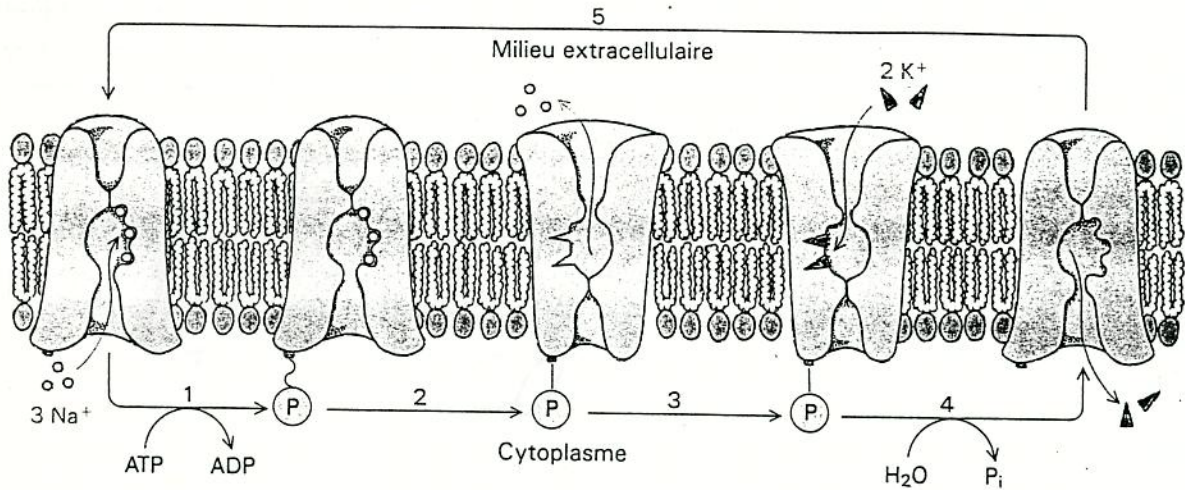
Changement de conformation due à l'hydrolyse ATP.



la phosphorylation de la molécule
→ nouveau changement de conformation.

On peut imaginer la molécule s'inverser. Quelle est la face phosphorylée.

Modèle de "Pompe à $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+$ "



- ① - 3 ions Na^+ se fixent sur 3 sites de la protéine membranaire qui est "ouverte" face intracellulaire et "fermée" face extracellulaire. Le site ATPasique, situé face intracellulaire, est actif, il hydrolyse une molécule d'ATP et se phosphoryle.
- ② - La phosphorylation de la protéine "pompe" entraîne une transition allostérique de la protéine, avec modification de la conformation des sites de fixation du Na^+ qui est libéré dans le milieu extracellulaire, la protéine étant maintenant "ouverte" côté extracellulaire et fermée face intra-cellulaire.
 - Les 3 sites de fixation du Na^+ ont été modifiés par la transition allostérique en 2 sites de fixation d'ions K^+ .
- ③ - 2 ions K^+ se fixent sur les deux sites accessibles seulement sur la face extracellulaire.
- ④ - La déphosphorylation de la protéine "pompe" entraîne une nouvelle transition allostérique avec retour à la conformation initiale, c'est-à-dire:
 - "fermeture" côté extracellulaire, ouverture face intracellulaire
 - modification des sites de fixation du K^+ qui est libéré à l'intérieur
 - apparition de 3 sites de fixation de Na^+ .

c) Transport actif utilisant un gradient unique.

Transport secondaire

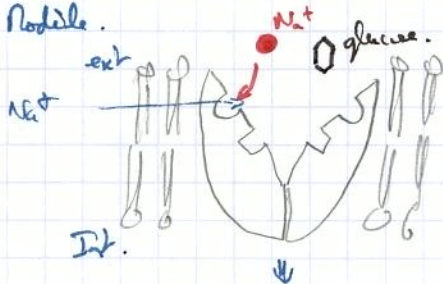
ex absorption du glucose par ex intestinales ou rénales

Cotransport symport : glucose - Na^+

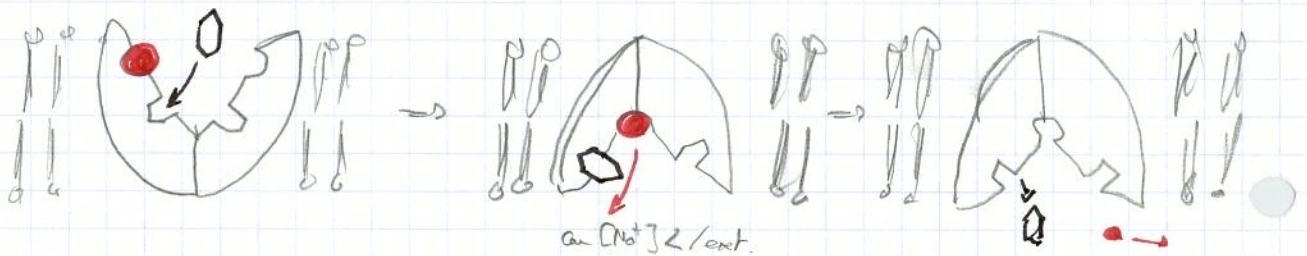
Le glucose se déplace en même temps que Na^+ . Si on supprime grad (Na^+) on supprime l'entrée de glucose : transport couplé : cotransport symport (des 2 $\rightarrow$ sens).

Couplage $\Rightarrow$ transporteur mb.

Modèle.



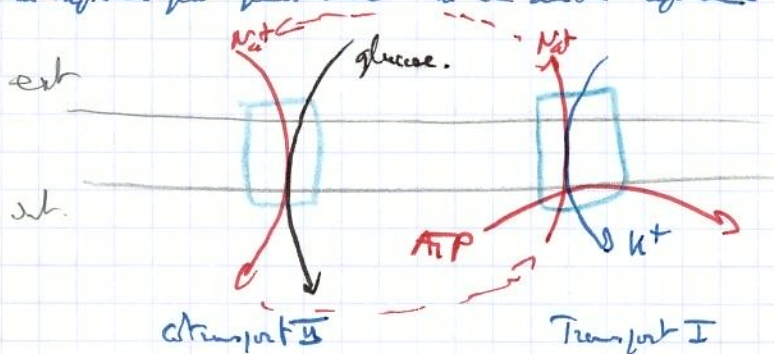
pas de pump pump : la $\rightarrow$ oscille entre 2 configurations thermodynamiquement très voisines.



Un tel système peut fonctionner à l'envers (par le biais d'E) Si on inverse les [] $\Rightarrow$ Sortie de glucose de la ce

Condition normale $\Rightarrow$ flux de Na^+ ext $\rightarrow$ intérieur. Fonctionne suivant le gradient de E^+

Un tel système peut fonctionner si un autre système rend le Na^+ dehors.



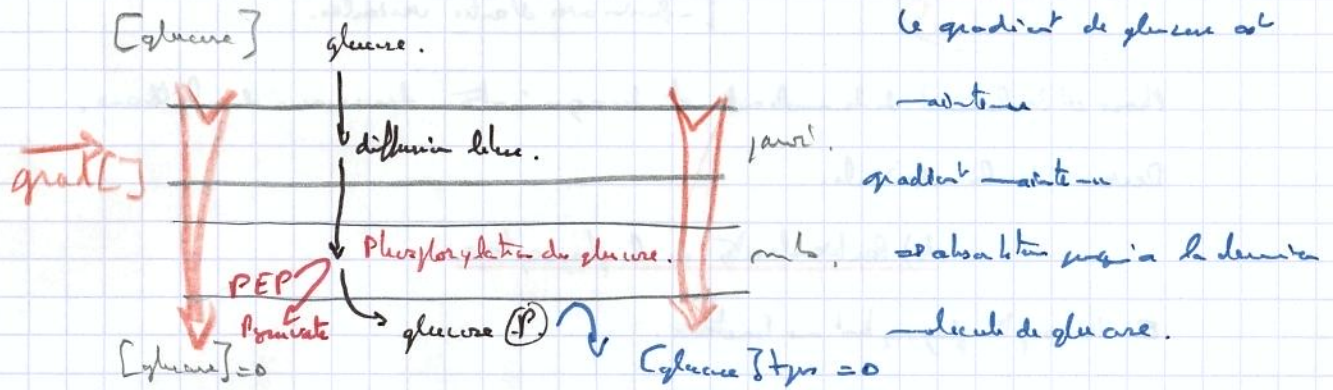
Utilise l'E du quel (Na^+) crée par la pompe.

7 de nombreux cotransport secondaires actifs au sein des membranes.

Absorption intestinale.

D) Transport actif / ou translocation de glucose.

chez les bactéries (paroi + mb).



gradient maintenu $\rightarrow$ diffusion libre maintenu $\rightarrow$ Absolutement totale du glucose.

la phosphorylation du glucose $\rightarrow$ charge $\ominus$ $\rightarrow$ impossibilité de passage de la mb.

C'est un glucose actif PEP $\rightarrow$ pyruvate. (Le principe de cette E est à l'usage ATP)

la ϕ est capable d'absorber de grde quantités de substances en.

III) Passage de grandes quantités de substances à travers la mb.

Endocytose et exocytose.

A) l'endocytose.

1) Def

Absorber par la ϕ de grde quantités de substances englobées dans une vésicule.

3 endocytose non spécifiques (pas de tri entre les molécules absorbées !)

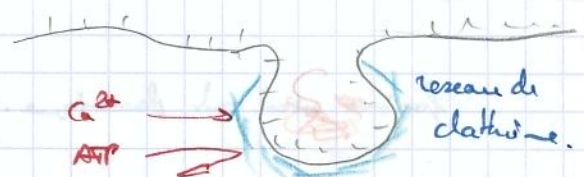
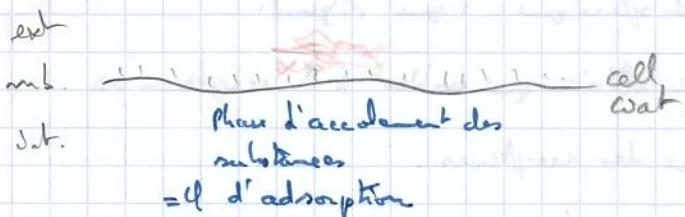
- phagocytose : ingestion de particule solide (globule rouge $\rightarrow$ bactérie).

- pinocytose : absorption de substances liquides.

Endocytose spécifiques (Sélection des substances à absorber).

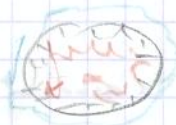
2) Endocytose non spécifiques.

a) Remaniement de la pinocytose.



Phase d'ingestion $\rightarrow$ invagination de la mb

grâce à un réseau de clathrine : ϕ actif : est mb $\rightarrow$ dépense énergétique

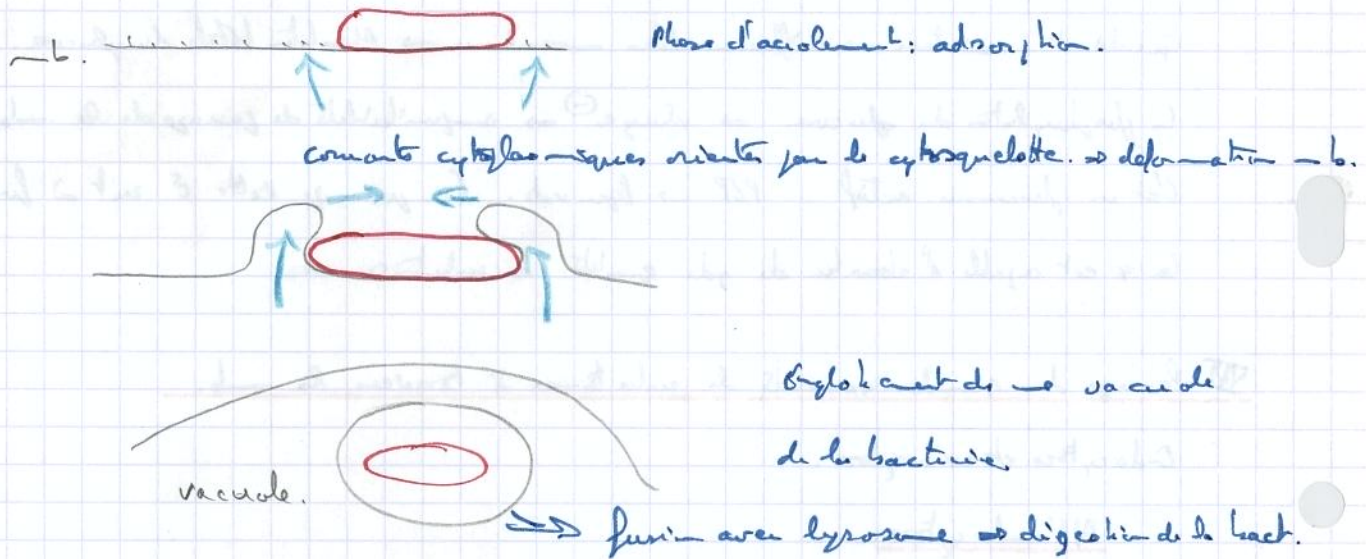


- fusion avec RER
- fusion avec lysosome (digestion).
- fusion avec d'autres vésicules.

Phase d'isolement de la molécule et désorganisation du réseau de latine.
Devenir de la vésicule.

b) Particularités de la phagocytose

Le leucocyte phagocyte une bactérie.



3) l'endocytose par récepteur:

Elle est spécifique: sélective

a) le pinçage.

Le pinçage de la membrane: récepteurs et molécules particulières: capables pour la molécule correspondante (ou l'ion) = ligand

Après d'un réseau de latine: puis recouvert de latine.

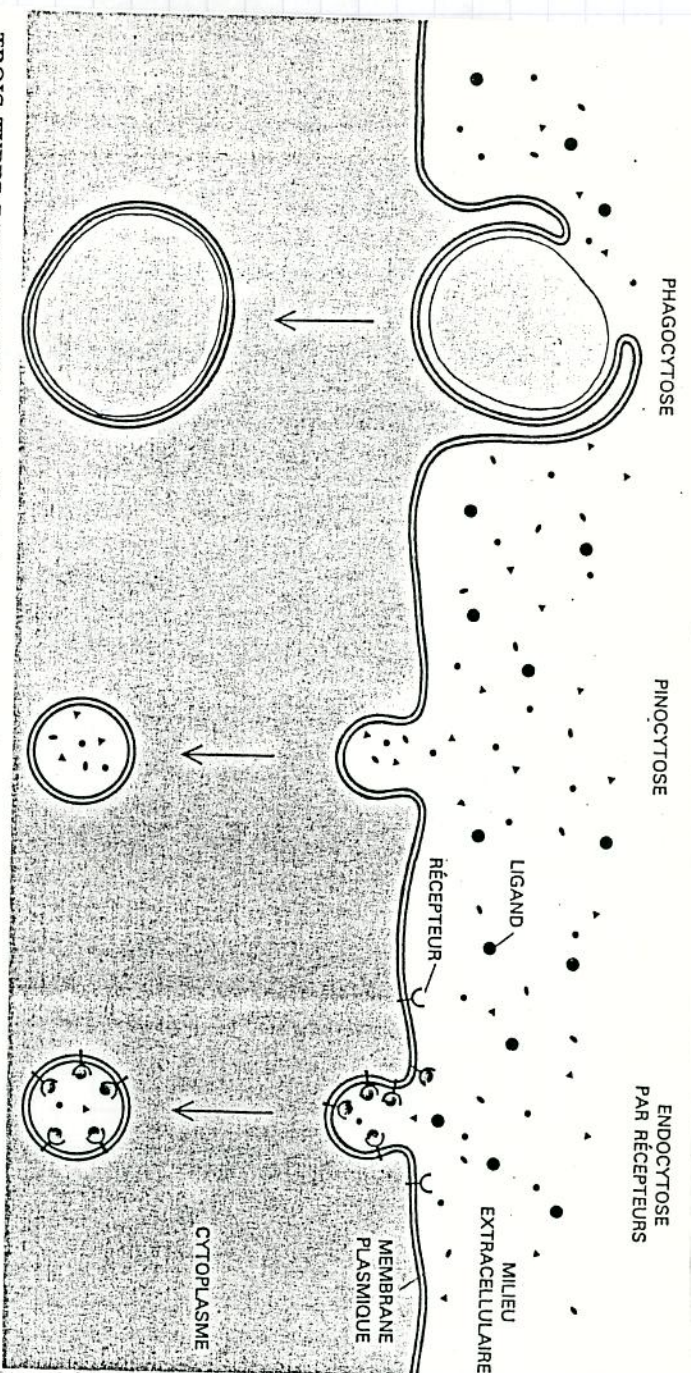
Le pinçage se fait → vésicule (recouverte) d'endocytose clatérale. Disparition de latine.

A l'intérieur de la vésicule le ligand se détache des récepteurs puis cette vésicule va s'écraser puis se diviser en 2 vésicules:

1. spécifique: que ligand.

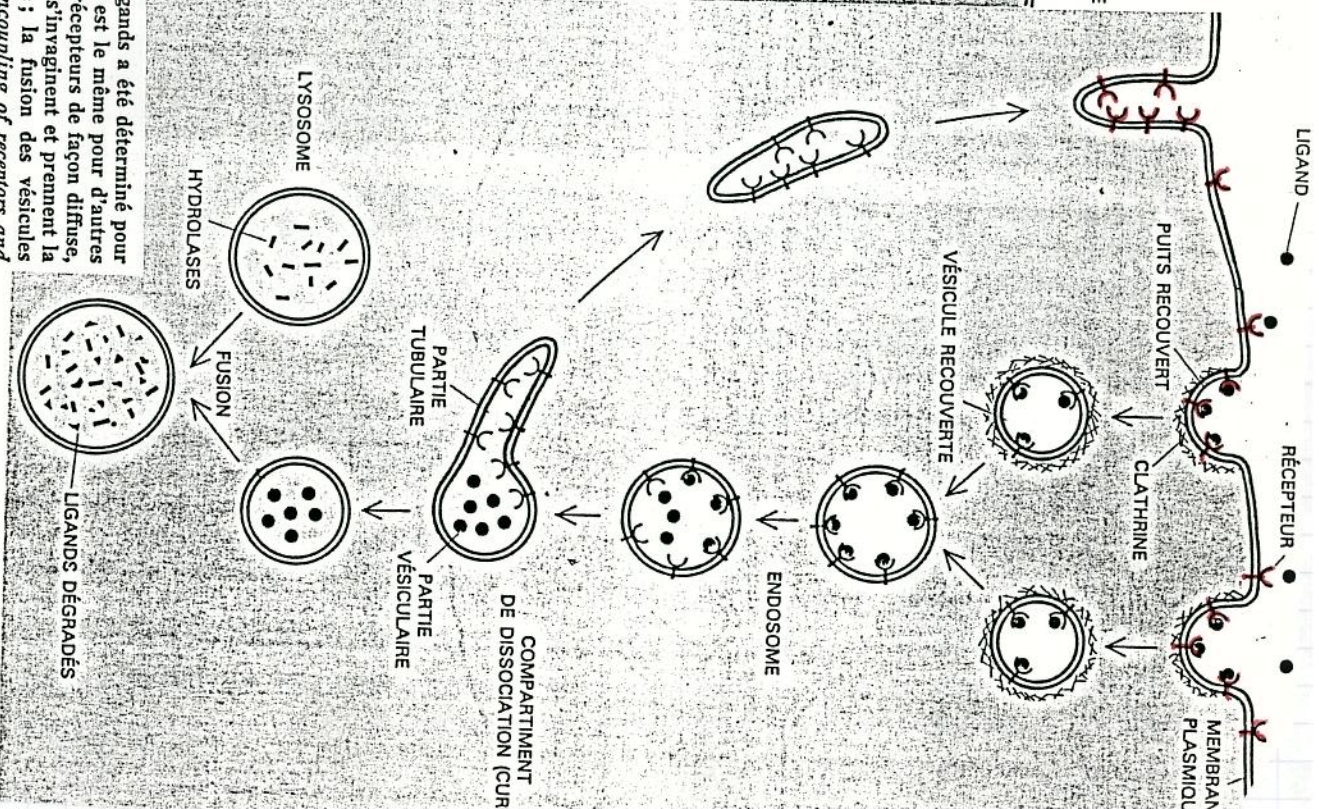
1. étirée qui adhère à la membrane →

fusion avec la membrane. recyclage des récepteurs.



TROIS TYPES D'ENDOCYTOSE sont schématisés sur cette figure. Dans la phagocytose (à gauche), la membrane plasmique de la cellule se lie à une grosse particule, par exemple une bactérie, et l'enveloppe avant de l'introduire dans la cellule. Dans la pinocytose (au centre), une gouttelette de liquide extracellulaire est entourée par un fragment de membrane qui s'invagine et bourgeonne, formant une vésicule limitée par la membrane; la vésicule contient la

gouttelette et toutes les petites molécules dissoutes dans celle-ci. L'endocytose par récepteurs (à droite) est le mécanisme de capture sélective de molécules ou de particules de grande taille. Un ligand qui se fixe sur son récepteur spécifique, sur la membrane plasmique, déclenche l'introduction du complexe ligand-récepteur dans une invagination de la membrane plasmique. La vésicule bourgeonne ainsi vers l'intérieur de la cellule, où le ligand est finalement introduit.



LE TRAJET INTRACELLULAIRE des récepteurs et des ligands a été déterminé pour des glycoprotéines à terminaison galactose, mais on pense qu'il est le même pour d'autres ligands et récepteurs. Les molécules de ligand se fixent sur des récepteurs de façon diffuse, puis les complexes se rassemblent dans les puits recouverts qui s'invaginent et prennent la forme de vésicules recouvertes pour pénétrer dans la cellule; la fusion des vésicules recouvertes produira les CURL (de l'anglais *compartment of uncoupling of receptors and ligands*, ce qui signifie compartiment de dissociation des récepteurs et des ligands). Dans le milieu acide des compartiments de dissociation (*en couleur*), les ligands se dissocient des récepteurs; les ligands s'accumulent dans la lumière vésiculaire des compartiments de dissociation et les récepteurs se concentrent dans la membrane d'une structure tubulaire liée au CURL et dont elle se séparera. La partie vésiculaire s'enfonce à l'intérieur de la cellule et fusionne avec un lysosome auquel elle livre le ligand pour qu'il soit dégradé; la structure tubulaire permet le recyclage des récepteurs sur la membrane plasmique.

21

6) Rôles de l'endo cytose par unipol.

- Capture des vitellus. $\rightarrow$ fœtus par la mère, circulant en la sang et sont captés par les ovocytes qui possèdent des récepteurs particuliers.
- Transfère des immunoglobulines G
- Capture des cholestérol fœtus par la mère
- Capture des fer par certains ϕ (ensemble à la albumine)
- Capture d'hormones type insuline.

4) Rôles biologiques de l'endocytose.

Permet a) Digestion intra ϕ .

beaucoup des substances absorbées par endocytose $\rightarrow$ lysosomes

Nutrition des protozoaires : phagocytose Seul mode de nutrition.

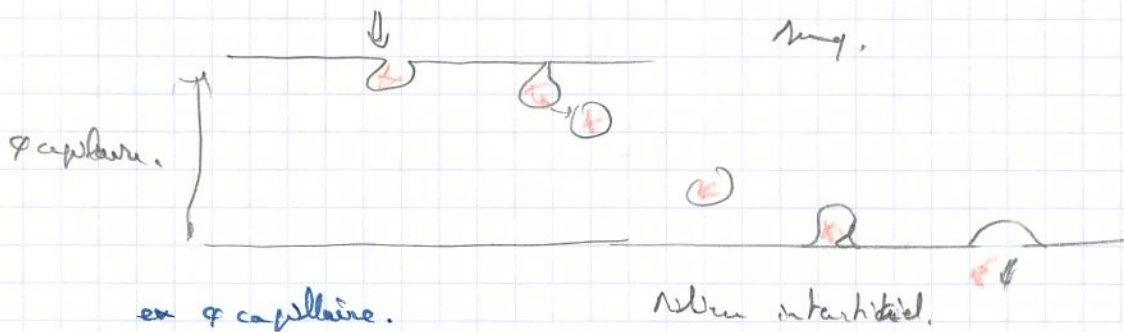
ou hormone

b) Stockage de ϕ de réserve.

Cas des vitellus l'accumulation de réserve de la ovocytes se fait (à l'usage de versant de endocytose).

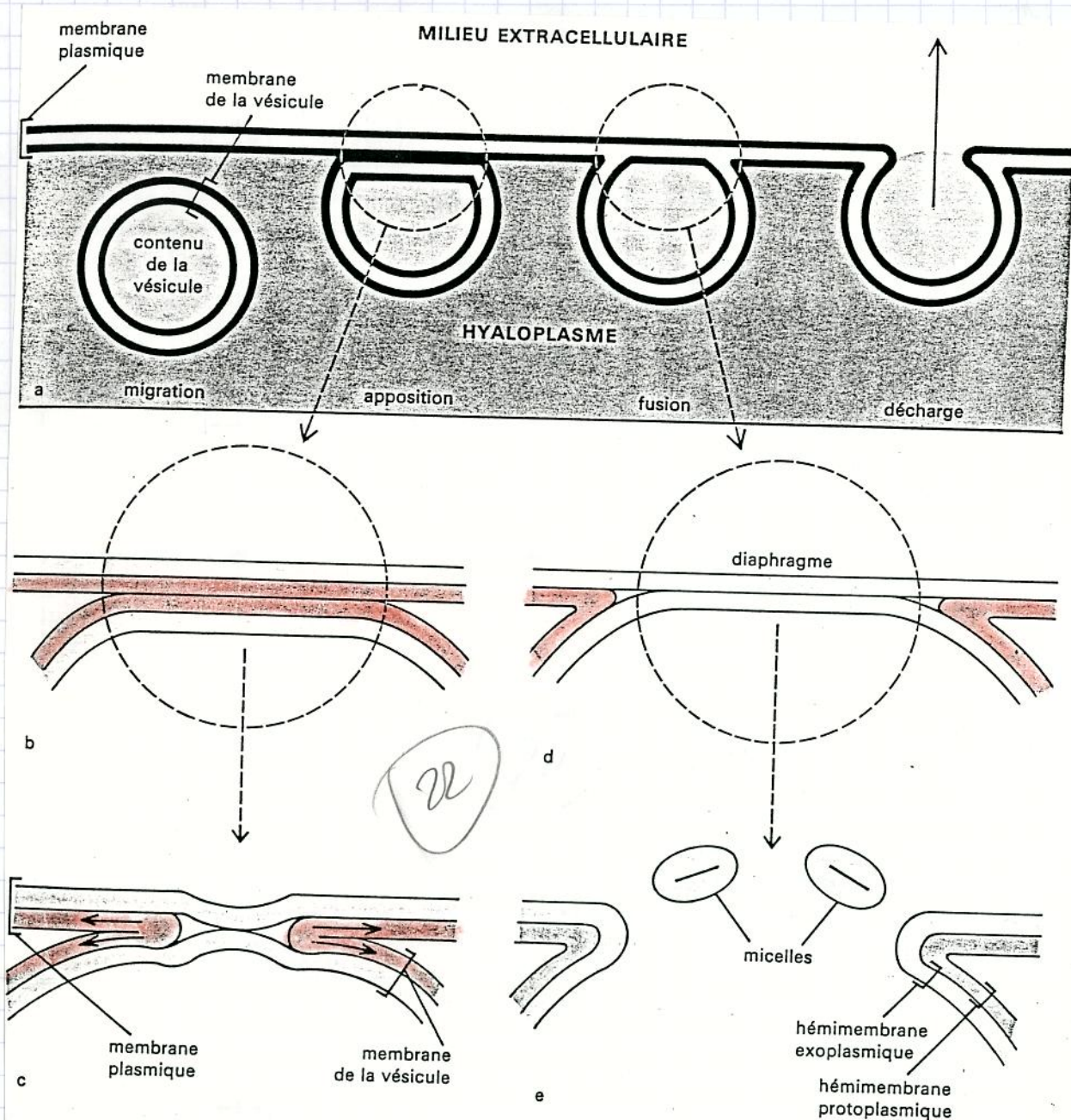
c) Transit de molécules à travers la ϕ .

La substance absorbée sur une face ϕ $\rightarrow$ libérée par exocytose sur l'autre face ϕ $\rightarrow$ la substance franchit la ϕ sans se diluer à son contenu ϕ .



B) l'exocytose.

l'exocytose : le contenu d'une vésicule intra c est versé à l'ext de la c.

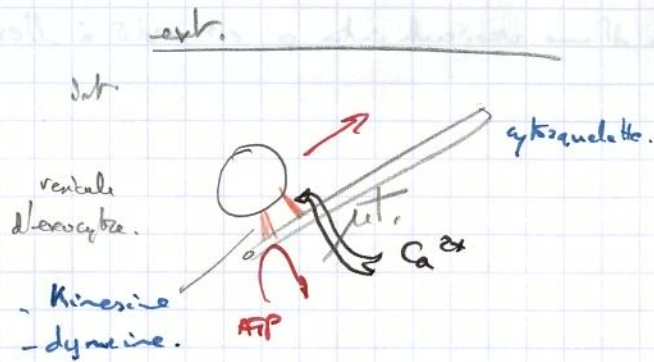


Étapes de l'exocytose.

a) Schéma montrant de gauche à droite les étapes de l'exocytose d'après l'observation de coupes minces de cellules fixées au tétrahydroxyde d'osmium. La membrane plasmique et la membrane d'une vésicule ont chacune une structure à 3 feuillettes (deux feuillettes denses séparés par un feuillet clair). La migration de la vésicule est suivie d'un accolement de ces membranes ou apposition; au niveau des membranes accolées on observe une structure à 5 feuillettes (trois feuillettes denses séparés par deux feuillettes clairs, le feuillet dense du milieu étant le plus épais). La fusion des membranes entraîne la formation d'un diaphragme à 3 feuillettes qui en se rompant permet la décharge du contenu de la vésicule dans le milieu extracellulaire.

b, c, d et e). Interprétation moléculaire de la fusion. Chaque membrane est formée de deux hémimembranes : une hémimembrane exoplasmique et une hémimembrane protoplasmique (voir fig. 1.2b) (chacune est constituée d'une couche de lipides amphiphiles à laquelle sont associées des protéines). Après l'apposition (b) on pense que les hémimembranes protoplasmiques (leur composition est sans doute voisine) fusionnent et se rétractent (c) laissant un diaphragme formé par l'accolement des hémimembranes exoplasmiques de la vésicule et de la membrane plasmique (d). Le diaphragme est une membrane hybride instable qui se fragmente en micelles (e) mettant ainsi directement en communication le contenu de la vésicule avec le milieu extracellulaire (d'après G.E. Palade et R.R. Bruns, 1968 et P. Pinto da Silva et M.L. Nogucira, 1977).

1) les étapes de l'exocytose



Sondeuse de 2 hemisph. Après fusion on n'a plus q' une mb.

2) Origine des vésicules d'exocytose.

- Ce peut être des vésicules d'endocytose en transit de la ϕ
- Ce peut être des vésicules golgiennes (origine endogène) contenant des substances fabriquées par la ϕ (ex digestion et pancréatique) et fabriquant des hormones, neurotransmetteurs...
- Ce peut être des vésicules ou vacuoles digestives.

Après digestion il reste des vacuoles des déchets libérés par exocytose.
ex panacréas.

3) les rôles biologiques de l'exocytose.

Apparaissent de l'origine:

- Rejet de déchets.
- Exportation de substances endogènes.
- Passage de substances à travers la ϕ .

c) la sécrétion apocrine.

Mécanisme particulier concernant les lipides.

Sécrétion de triglycérides de globules gras du lait

lait fabriqué par ϕ glande mammaire (= mamifères) glande en grappe (= mammaires).

Autres. Ces ϕ rejettent ex : caséine, lactalbumine. et plus ces ϕ rejettent des lipides.

les triglycérides finissent de la lysozyme des granulocytes blancs.

Cette granulocyte migre et vient se plaquer contre la mb



libération d'un globe lipidique vers un morceau de membrane (contraire de l'endocytose plasmique)

Exocytose et endocytose assurent des renouvellements continus de la membrane : équilibre dynamique.

dans la membrane active d'échanges.

En parlant des échanges, les petites molécules + ions - exocytose.

Malgré q'ce échange ne soit pas continu, il y a une utilisation par un motif de l'échange de Na^+ q', il utilise un gradient dans un potentiel électrique qui a été créé préalablement par une dépense d'énergie de la part de la q'. Les seuls q' qui ne'utilisent pas d'énergie sont la diffusion simple et diffusion facilitée.

Animaux cotransports Na^+ .

Végétaux cotransports H^+